

明細書

ブラシレスモータ用ロータ

技術分野

[0001] 本発明は、ブラシレスモータのロータに関し、特に、モータ特性に影響を与えることなくイナーシャの低減を図ったブラシレスモータ用ロータに関する。

背景技術

[0002] 従来より、例えば電動パワーステアリング装置(以下、EPSと略記する)等の車載電装品には、その駆動源としてブラシレスモータが広く使用されている。図6は、このようなブラシレスモータの一般的な構造を示す説明図である。図6に示すように、ブラシレスモータ1(以下、モータ1と略記する)は、界磁極を構成するマグネット2を備えたロータ3の周囲にステータ4を配したインナーロータ型の装置構成となっている。

[0003] ロータ3は、金属製のシャフト5に取り付けられたロータコア6と、ロータコア6の外周に固定された複数個のマグネット2とから構成されている。ステータ4は、ハウジング7と、ハウジング7の内周側に固定されたステータコア8と、ステータコア8に巻装された巻線9とから構成されている。ステータコア8の内周側には複数個のティースが突設されており、その間に形成されたスロットにコイルが巻装され巻線9が形成される。

[0004] ハウジング7の開口端には、アルミダイカスト製のブラケット21が取り付けられている。ブラケット21とハウジング7の間には合成樹脂製のレゾルバマウントユニット22が介設されている。レゾルバマウントユニット22には、リング状に形成されたレゾルバステータ10aが取り付けられている。レゾルバステータ10aにはコイル10bが巻装されており、励磁コイルと検出コイルが設けられている。

[0005] レゾルバステータ10aの内側には、シャフト5に固定されたレゾルバロータ10cが配設される。このレゾルバロータ10cとレゾルバステータ10aによってレゾルバ10が形成される。レゾルバロータ10cは金属板を積層した構成となっており、三方向に凸部が形成されている。シャフト5が回転すると、レゾルバロータ10cもまたレゾルバステータ10a内にて回転する。レゾルバステータ10aの励磁コイルには高周波信号が付与されており、凸部の近接離反により検出コイルから出力される信号の位相が変化する。

この検出信号と基準信号とを比較することにより、ロータ3の回転位置が検出される。そして、ロータ3の回転位置に基づき、巻線9への電流が適宜切り替えられ、ロータ3を回転駆動させる回転磁界が形成される。

- [0006] このようなモータ1を例えればEPSの駆動源として使用する場合、運転者がハンドルを操作するとその操舵角や走行速度等に従ってモータ1は制御駆動される。シャフト5の回転は、図示しない減速ギアを介してステアリングコラム軸に伝達される。これによりステアリングコラム軸に操舵補助力が供給され、運転者は小さな力でハンドル操作を行うことが可能となる。。
- [0007] ところが、かかるEPS用のモータでは、ロータ3のイナーシャが大きくなると、このイナーシャの影響によって転舵時の応答性が低下するという問題がある。EPSでは、ハンドル操作に伴うステアリングコラム軸の回転と共にロータ3もまた回転する。このため、ロータ3のイナーシャが大きいと、その影響によりステアリングコラム軸の動作に遅れが生じ、きびきびとしたステアリング感覚が得られないおそれがある。特に、EPS用モータは近年、高出力化が求められており、出力に応じてモータ体格も大きくなり、それに伴ってロータも大型化する。このため、ロータのイナーシャが増大し、その影響も無視できないものになる。
- [0008] そこで、ロータ3のイナーシャを低減すべく、例えば、特開平9-275652号公報のように、ヨーク(図6のロータコア6に相当)に空間部であるスロットを形成して重量を軽減させたブラシレスモータのロータが提案されている。そこでは、モータ駆動時における磁力線の挙動に着目し、磁路として使用されていない部分を空間部とすることにより、モータ特性に影響を与えることなく、イナーシャの低減を図っている。

特許文献1:特開平9-275652号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、このようにロータコア部分に空間部を設けると、マグネットを着磁する際の着磁磁場にムラが生じ易くなるという問題がある。空間部の部位は、モータ駆動時には磁路として使用されない部分ではあるが、着磁時には必ずしも不要な部分ではなく、マグネット着磁の際に磁場を形成すると、この空間部によって磁場にムラが生

じる場合がある。着磁磁場にムラが生じると、マグネットの磁気特性にもムラが生じモータ特性自体に影響が出るおそれがある。また、磁場のムラにより着磁時間がより多く必要となり、生産性が低下すると共に、着磁装置の消費エネルギーが増大し稼働コストも増加するという問題もあった。

- [0010] 本発明の目的は、安定した着磁磁場の下でマグネットの着磁を行い、モータ特性を低下させることなくブラシレスモータのイナーシャ低減を図ることにある。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明のブラシレスモータ用ロータは、回転軸に取り付けられる円筒状のロータコアと、前記ロータコアの外周面に取り付けられるマグネットとを備えてなるブラシレスモータ用のロータであって、前記ロータコアは、前記ロータコアの外周面から前記回転軸側に向かって所定の肉厚にて形成された外輪部と、前記外輪部の内側に形成され前記外輪部内周面から前記回転軸側に向かって延びる複数のリブ部と、前記リブ部の間に形成された肉抜部とを有してなり、前記肉抜部の外径 ϕn は、前記ロータコアの外径を ϕc 、前記マグネットの厚さを Wt とすると、 $\phi c - 2 \times 3Wt \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3Wt$ に形成されることを特徴とする。この場合、好ましくは、前記肉抜部の外径 ϕn を、 $\phi c - 2 \times 2Wt \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3Wt$ に形成しても良い。

- [0012] 本発明にあっては、前記ロータコアの外径を前記範囲に形成することにより、マグネットを着磁する際に、マグネット周囲に着磁を行うに十分な磁束密度を持つムラのない着磁磁場を確保できる。また、外径 ϕn を前記範囲に設定すると、コギングトルクの増大やモータトルクの低下も抑えられる。

- [0013] 前記ブラシレスモータ用ロータにおいて、前記リブ部を、前記外輪部の隣接する前記マグネット間又は磁極間の内側位置に、前記回転軸を中心として放射状に形成しても良い。また、隣接する前記マグネット間の極間寸法 Pw の中点位置と前記回転軸の中心 O を通る線分 Lr を中心に前記リブ部を配置しても良い。さらに、前記リブ部の配置ピッチ角 θr を、前記マグネットの中心角 θm よりも大きく ($\theta r > \theta m$) 設定しても良い。

- [0014] 加えて、前記肉抜部を、前記マグネットの極中心の延長上に断面略扇形状に形成しても良い。一方、前記リブ部の幅 Wv を、前記マグネットの厚さ Wt 以下 ($Wv \leq Wt$)

に形成しても良い。

発明の効果

- [0015] 本発明のブラシレスモータ用ロータによれば、ブラシレスモータ用のロータに使用されるロータコアを、ロータコア外周面から回転軸側に向かって所定の肉厚にて形成された外輪部と、外輪部の内側に形成され外輪部内周面から回転軸側に向かって延びる複数のリブ部と、リブ部の間に形成された肉抜部とを有する構成とし、その上で、肉抜部の外径 ϕn を、 $\phi c - 2 \times 3Wt \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3Wt$ (ϕc : ロータコアの外径, Wt : マグネットの厚さ) に形成したので、マグネットを着磁する際に、マグネット周囲に着磁を行うに十分な磁束密度を持つムラのない着磁磁場を形成することができる。また、肉抜部の外径 ϕn を前記範囲とした場合、コギングトルクやモータトルクの悪化も抑えることができる。
- [0016] このため、肉抜部によってイナーシャ低減を図りつつ、安定した着磁磁場にてマグネットを効率良く着磁することが可能となり、しかも、コギングトルクやモータトルクの悪化も抑制できる。従つて、出力低下を招来することなく、イナーシャを低減させることができると共に、着磁時における生産性が向上し、着磁電源の省エネルギー化が図られる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の実施例1であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図であり、着磁装置内にロータを配置した状態を示している。
- [図2]着磁装置にて形成される着磁磁場と肉抜部外径 ϕn との関係を示すグラフである。
- [図3]肉抜部外径 ϕn と着磁磁場及びコギングトルクとの関係を示すグラフである。
- [図4]肉抜部外径 ϕn と着磁磁場及びモータトルクとの関係を示すグラフである。
- [図5]本発明の実施例2であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図であり、着磁装置内にロータを配置した状態を示している。
- [図6]ブラシレスモータの一般的な構造を示す説明図である。

符号の説明

- [0018] 1 ブラシレスモータ

- 2 マグネット
- 3 ロータ
- 4 ステータ
- 5 シャフト
- 6 ロータコア
- 7 ハウジング
- 8 ステータコア
- 9 卷線
- 10 レゾルバ
- 10a レゾルバステータ
- 10b コイル
- 10c レゾルバロータ
- 11 着磁装置
- 12 外輪部
- 12a 内周面
- 13 リブ
- 14 肉抜部
- 15 着磁ヨーク
- 16 ロータ
- 17 マグネット
- 21 ブラケット
- 22 レゾルバマウントユニット
- O シャフト中心
- M マグネット極中心延長線
- Pw 極間寸法
- Cp 極間寸法Pwの中点位置
- Lr Cpとシャフト中心Oを通る線分
- Wr 外輪部肉厚

W_v リブ幅

θ_m マグネット中心角

θ_r リブピッチ角

ϕ_c ロータコア外径

ϕ_n 肉抜部外径

ϕ_s シャフト外径

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

実施例 1

[0020] 図1は、本発明の実施例1であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図であり、着磁装置11内にロータ3を配置した状態を示している。本発明によるブラシレスモータも図6のものを同様の構成となっており、シャフト(回転軸)5には金属製のロータコア6が取り付けられている。ロータコア6の外周側には、その外周面からシャフト5側に向かって肉厚 W_r にて形成された外輪部12が設けられている。外輪部12の外周面には、フェライト磁石からなるセグメントタイプのマグネット2が6個取り付けられている。マグネット2は断面略円弧状に形成されており、その内周面は中心角 θ_m の円弧面となっている。

[0021] 外輪部12の内側には、リブ(リブ部)13が複数個(例えば6本)形成されている。リブ13は、外輪部12の内周面12aからシャフト5側に向かって延びており、その一端はシャフト5に固定されている。リブ13はピッチ角 θ_r (ここでは 60°)にて等分に形成され、各リブ13はシャフト5を中心に放射状に配置される。この際、リブ13は、隣接するマグネット2の中間位置、すなわち、極間寸法 P_w の中点位置 C_p とシャフト中心Oを通る線分 L_r を中心として配置され、 θ_r は θ_m よりも大きな値となる($\theta_r > \theta_m$)。リブ13の幅 W_v は、マグネット2の最厚部の厚さ W_t 以下($W_v \leq W_t$)に形成されている。

[0022] リブ13は軸方向に沿ってロータコア6の全長に亘って設けられており、隣接するリブ13の間には軸方向に延びる肉抜部14が形成されている。肉抜部14は、マグネット2の直下(直上)に設けられており、マグネット2の極中心の延長線Mを中心とする断面扇形状に形成されている。肉抜部14の外周は外輪部12の内周面12aとなっており、

その外径(外輪部内径)は ϕn となっている。この場合、ロータコア6の外径を ϕc とすると、 ϕn は、 $\phi c - 2 \times 3Wt \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3Wt$ 、特に好ましくは、 $\phi c - 2 \times 2Wt \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3Wt$ の範囲に形成される。なお、 ϕc は、シャフト5の外径 ϕs よりも大きい値となる($\phi c > \phi s$)。

- [0023] ロータ3は、図1に示すように、マグネット2を着磁する際には、着磁装置11内にセットされる。着磁装置11には、各マグネット2に対応して、略T字型の着磁ヨーク15が設けられている。ロータ3は、マグネット2が着磁ヨーク15と対向するように、着磁ヨーク15の内側に配置される。着磁ヨーク15には図示しない励磁コイルが巻装されている。この励磁コイルには、大容量のコンデンサ等によって瞬間的に大電流が供給される。これにより、着磁ヨーク15には大きな着磁磁場が発生し、磁性材料からなるマグネット2が着磁される。
- [0024] 図2は、このような着磁装置11にて形成される着磁磁場と肉抜部外径 ϕn との関係を示すグラフである($\phi c = 42mm$ 、 $Wt = 3mm$)。この場合、 ϕn が24($= \phi c - 2 \times 3Wt = 42 - 2 \times 3 \times 3$)未満の図2における領域Pでは、着磁磁場のムラも少ないが着磁磁場の磁束密度自体も低く、マグネット2を効率良く着磁できない。また、 ϕn が34.2($= \phi c - 2 \times 1.3Wt = 42 - 2 \times 1.3 \times 3$)を超える図2の領域Rでは、着磁磁場の磁束密度は大きいが磁気飽和により却ってモータ出力が低下する。これに対し、 ϕn が24以上34.2以下の領域Q、特に好ましくは、 ϕn が30($= \phi c - 2 \times 2Wt = 42 - 2 \times 2 \times 3$)以上34.2以下の領域Q'では、マグネット2を着磁するに十分な磁束密度を有し、しかもムラのない着磁磁場が得られる。
- [0025] 一方、肉抜部外径 ϕn は、着磁時のみならず、モータ駆動時におけるコギングトルクやモータトルクにも影響を及ぼす。図3は肉抜部外径 ϕn と着磁磁場及びコギングトルクとの関係を示すグラフ、図4は肉抜部外径 ϕn と着磁磁場及びモータトルクとの関係を示すグラフである。なお、図3,4における肉抜部外径 ϕn と着磁磁場との関係は図2と同様のものである。
- [0026] 図3に示すように、肉抜きが多すぎると(ϕn が大きいと)、マグネット2による磁束が詰まって行くため、領域Rでは急激にコギングトルクが大きくなる。同様に、領域Rではモータトルクも急激に低下する。すなわち、 $\phi n > \phi c - 2 \times 1.3Wt$ となると、コギン

グトルク特性やモータトルク特性が悪化する。なお、領域Pでは、コギングトルクもモータトルクも領域Qと大差ない。従って、肉抜部外径 ϕn は、コギングトルクやモータトルクの面からも $\phi c - 2 \times 1.3 W_t$ 以下に抑えることが望ましい。

[0027] このように、マグネット2の直下に扇形の肉抜部14を設け、その外径を前述のような範囲に設定することにより、着磁磁場のムラを低減できるため、安定した着磁磁場にてマグネット2を効率良く着磁することができる。また、前述範囲では、コギングトルクやモータトルクの悪化も見られない。このため、当該モータ1によれば、出力低下を招来することなく、肉抜部14によるイナーシャ低減効果を得ることができる。さらに、マグネット2を効率良く着磁可能なことから、生産性が向上すると共に、着磁装置の消費エネルギーを低減させることも可能となる。従って、着磁作業における省エネルギー化が図られると共に、生産コストの削減を図ることも可能となる。

実施例2

[0028] 本発明は、実施例1のようにセグメント型のマグネットを用いたロータのみならず、リング型のマグネットを用いたロータにも適用可能である。図5は、本発明の実施例2であるブラシレスモータのロータ構造を示す説明図であり、この場合も図1と同様、着磁装置内にロータを配置した状態を示している。なお、実施例1と同様の部材、部分については同一の符号を付し、その説明は省略する。

[0029] 図5のロータ16では、ロータコア6の外周側にリングマグネット17が取り付けられている。リングマグネット17は着磁装置11によって6極に着磁され、各磁極は等分に配置される。各磁極間には無着磁帯18が形成されている。ここでも、外輪部12の内側には、リングマグネット17の磁極間位置に対応して、無着磁帯18の内側部位にリブ13が設けられている。リブ13の幅Wvは、マグネット17の厚さWt以下 ($Wv \leq Wt$) に形成されている。リブ13間には肉抜部14が形成されており、ここでも、その外径 ϕn は、 $\phi c - 2 \times 3 W_t \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3 W_t$ 、特に好ましくは、 $\phi c - 2 \times 2 W_t \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3 W_t$ の範囲に形成されている。

[0030] リングマグネット17は、図5に示すように、着磁装置11によってラジアル配向に着磁される。その際、肉抜部14の外径を前述のような範囲に設定することにより、実施例1の場合と同様に、着磁磁場のムラが低減され、安定した着磁磁場にてマグネット2を

効率良く着磁できる。また、前述範囲ではコギングトルクやモータトルクの悪化も生じないため、出力低下を招来することなく、肉抜部14によるイナーシャ低減効果を得ることができる。

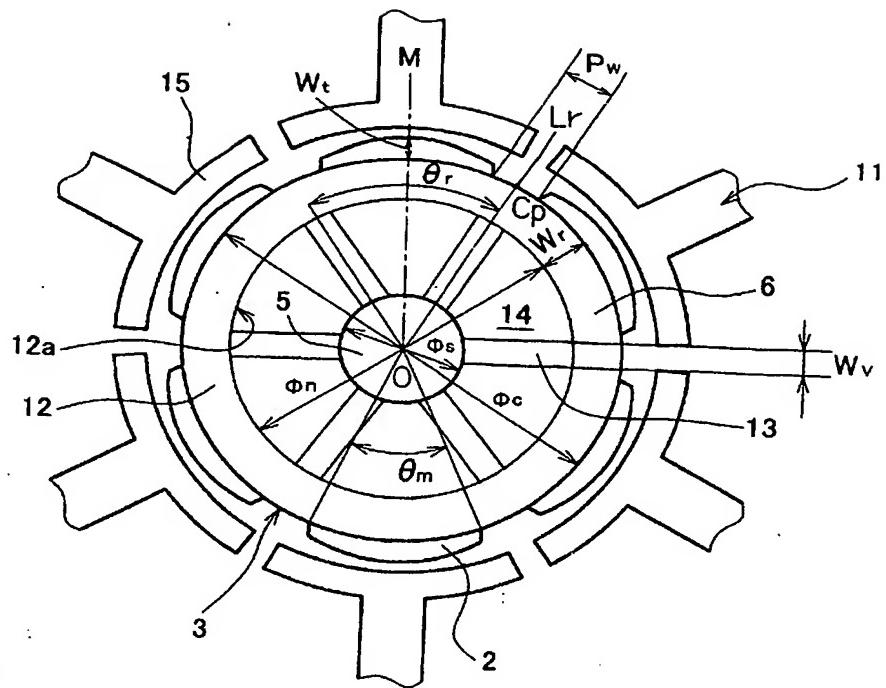
[0031] 本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

例えば、前述の実施例における ϕ_c や W_t 等の数値はあくまでも一例であり、前記の値以外の寸法を有するロータにも本発明が有効であることは言うまでもない。また、前述の実施例では、本発明のロータをEPS用ブラシレスモータに適用した例を示したが、EPS以外の用途、例えば、ロボット等の産業用機械やパソコンやその周辺機器等のIT機器用のブラシレスモータにも適用可能である。なお、図6では、レゾルバによってロータの回転位置を検出するモータをブラシレスモータの一般形として説明したが、ホール素子等の磁気検出素子によってロータ回転位置を検出するモータに本発明を適用することも可能である。

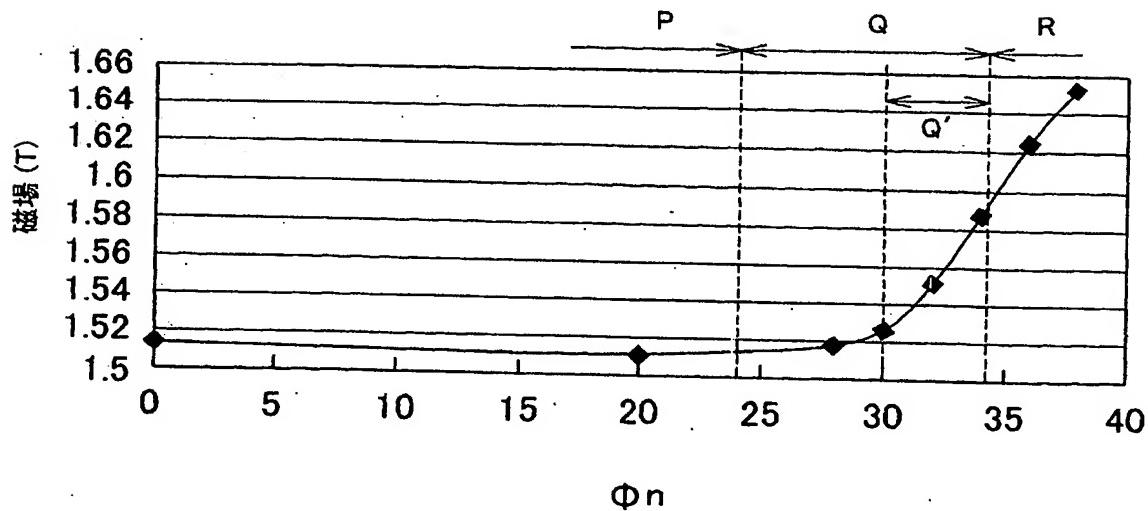
請求の範囲

- [1] 回転軸に取り付けられる円筒状のロータコアと、前記ロータコアの外周面に取り付けられるマグネットとを備えてなるブラシレスモータ用のロータであって、
前記ロータコアは、前記ロータコアの外周面から前記回転軸側に向かって所定の肉厚にて形成された外輪部と、前記外輪部の内側に形成され前記外輪部内周面から前記回転軸側に向かって延びる複数のリブ部と、前記リブ部の間に形成された肉抜部とを有してなり、
前記肉抜部の外径 ϕn は、前記ロータコアの外径を ϕc 、前記マグネットの厚さを W_t とすると、 $\phi c - 2 \times 3W_t \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3W_t$ に形成されることを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。
- [2] 請求項1記載のブラシレスモータ用ロータにおいて、前記肉抜部の外径 ϕn が、 $\phi c - 2 \times 2W_t \leq \phi n \leq \phi c - 2 \times 1.3W_t$ に形成されることを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。
- [3] 請求項1又は2記載のブラシレスモータ用ロータにおいて、前記リブ部は、前記外輪部の隣接する前記マグネット間又は磁極間の内側位置に、前記回転軸を中心として放射状に形成されることを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。
- [4] 請求項3記載のブラシレスモータ用ロータにおいて、前記リブ部は、隣接する前記マグネット間の極間寸法 P_w の中点位置 C_p と前記回転軸の中心 O を通る線分 L_r を中心に配置されることを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。
- [5] 請求項3記載のブラシレスモータ用ロータにおいて、前記リブ部の配置ピッチ角 θ_r は、前記マグネットの中心角 θ_m よりも大きい ($\theta_r > \theta_m$) ことを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。
- [6] 請求項1～5の何れか1項に記載のブラシレスモータ用ロータにおいて、前記肉抜部は、前記マグネットの極中心の延長上に断面略扇形状に形成されることを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。
- [7] 請求項1～6の何れか1項に記載のブラシレスモータ用ロータにおいて、前記リブ部の幅 W_v は、前記マグネットの厚さ W_t 以下 ($W_v \leq W_t$) に形成されることを特徴とするブラシレスモータ用ロータ。

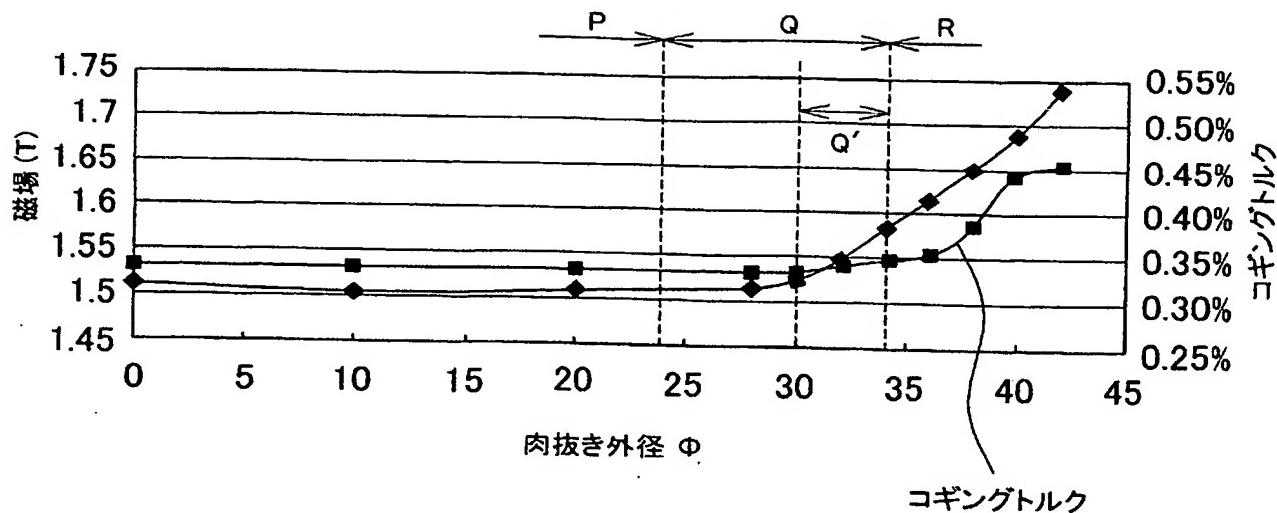
[図1]



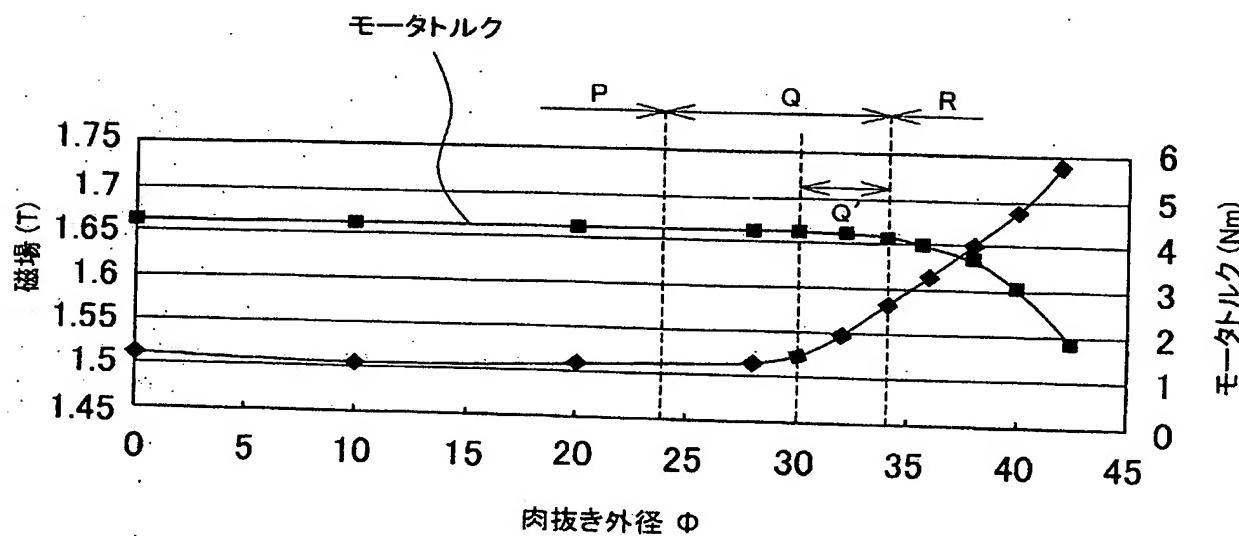
[図2]



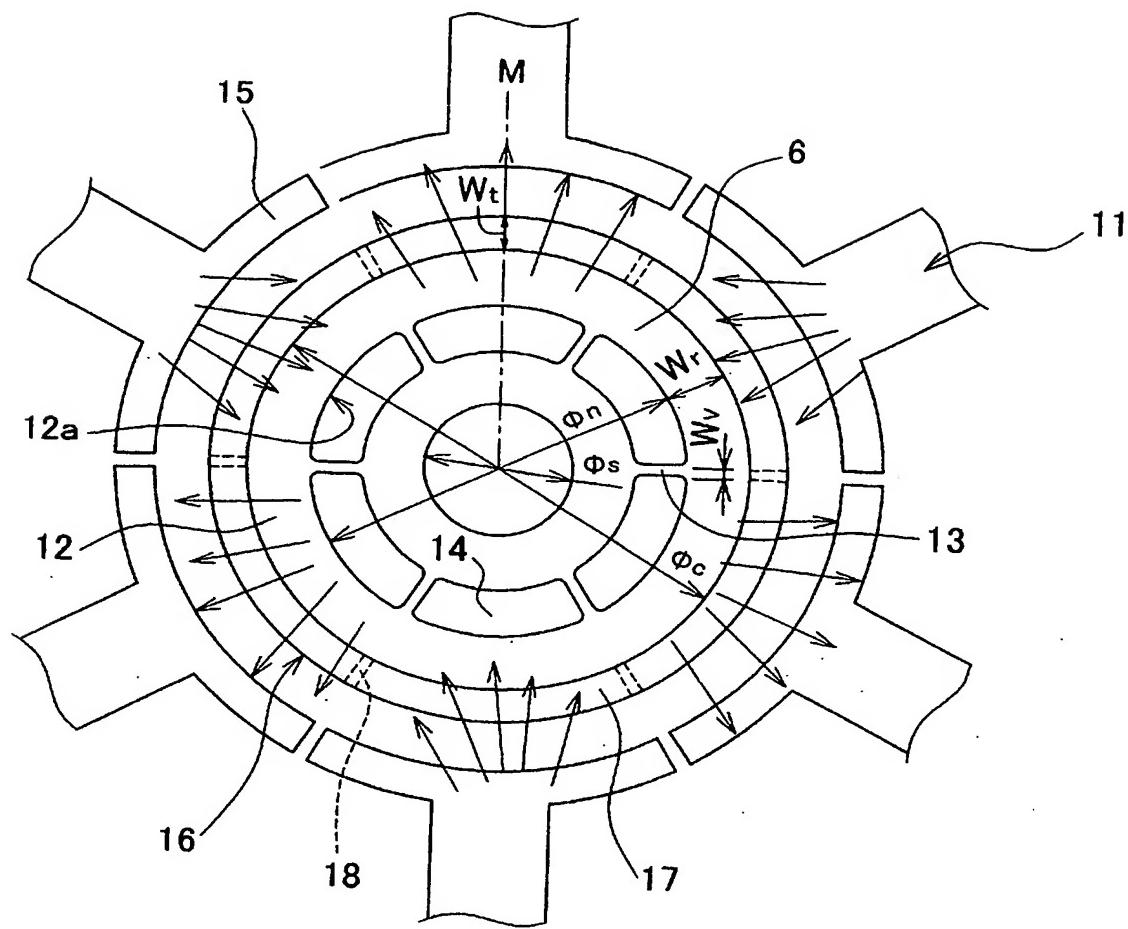
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

